

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-190473

(43)Date of publication of application : 21.07.1998

(51)Int.CI.

H03M 7/30

H04N 7/30

// G03H 1/08

G11B 7/00

(21)Application number : 09-256673

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP <IBM>

(22)Date of filing : 22.09.1997

(72)Inventor : ASHLEY JONATHAN JAMES BRIAN HARRY MARCUS

(30)Priority

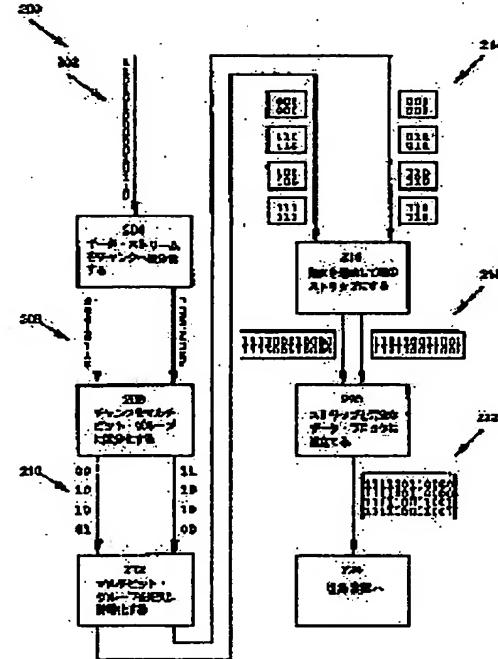
Priority number : 96 722594 Priority date : 27.09.1996 Priority country : US

(54) ENCODING AND DECODING METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To encode a one-dimensional data stream into two-dimensional data arrangement in which high frequency components are reduced.

SOLUTION: A one-dimensional data stream (202) is segmented (204) into plural data chunks (206). Each data chunk is segmented (208) into plural bit groups (210). Each bit group is encoded (211) into a two-dimensional data arrangement (214) according to a restriction that is defined in advance. Plural two-dimensional data arrangements are connected to make (216) a data strip (218). Next, plural data strips are put together to form (220) a perfect two-dimensional data block (222). For decoding, a two-dimensional data stream is segmented into plural small two-dimensional arrangements, and each arrangement is decoded into multi bit groups. They are put together to form a long chunk and thus, a one-dimensional data stream is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int. C1.^e
 H 03 M 7/30
 H 04 N 7/30
 // G 03 H 1/08
 G 11 B 7/00

識別記号

F I
 H 03 M 7/30 Z
 G 03 H 1/08
 G 11 B 7/00 A
 H 04 N 7/133 Z

審査請求 未請求 請求項の数 52 O L

(全14頁)

(21) 出願番号 特願平9-256673
 (22) 出願日 平成9年(1997)9月22日
 (31) 優先権主張番号 08/722594
 (32) 優先日 1996年9月27日
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390009531
 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション
 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
 アーモンク(番地なし)
 ジョナサン・ジェームズ・アシュレー
 アメリカ合衆国95030-5303 カリフォルニア州ロスガトス モンテレー・アベニュー
 460
 (72) 発明者
 (74) 代理人 弁理士 坂口 博(外1名)

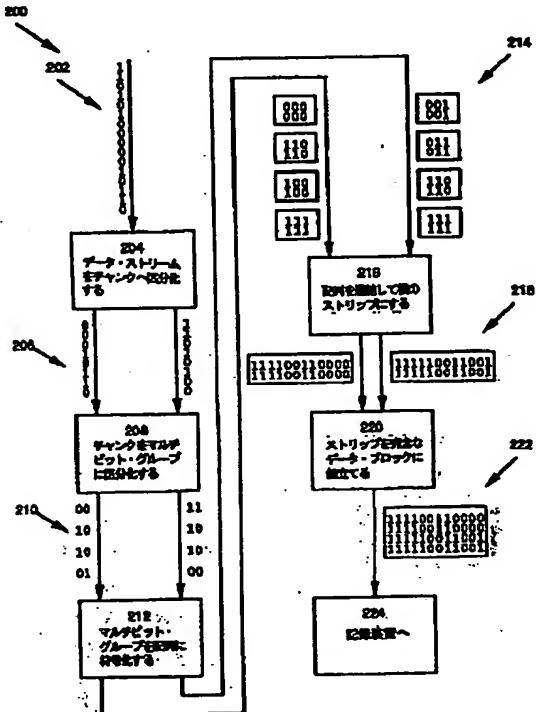
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】符号化および復号化方法並びに装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 1次元データ・ストリームを高周波成分が低減された2次元データ配列に符号化する。

【解決手段】 1次元データ・ストリーム202を複数のデータ・チャンク206に分化する204。各データ・チャンクを複数のビット・グループ210に分化する208。事前定義された制約に従って、各ビット・グループを2次元データ配列214に符号化する21。1.複数の2次元データ配列を連結して218データ・ストリップにする216。次に、複数のデータ・ストリップを完全な2次元データ・ブロック222に組み立てる220。復号するには、2次元データ・ストリームを複数の小さな2次元配列に分化し各配列をマルチビット・グループに復号する。それを組み立てて長いチャンクを形成し1次元データ・ストリームを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】2次元記録装置に記録するために1次元データ・ストリームを2次元データ・ブロックに符号化する装置であって、

データ・ストリームを受信する受信器と、

受信器に結合され、受信データ・ストリームを複数のビット・グループに区分化する区分化装置と、

区分化装置に結合され、事前定義された制約に従って各ビット・グループを2次元データ配列に符号化するエンコーダと、

エンコーダに結合され、複数の2次元データ配列を2次元データ・ブロックに組み立てるデータ・ブロック組立て装置とを含む装置。

【請求項2】2次元記録装置がホログラフィック記憶装置であることを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項3】区分化装置が、

受信器に結合され、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャunkに区分化する第1の区分化ユニットと、第1の区分化ユニットに結合され、各データ・チャunkを複数のビット・グループに区分化する第2の区分化ユニットとを含むことを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項4】データ・ブロック組立て装置が、エンコーダに結合され、複数の2次元データ配列を連結してデータ・ストリップにする連結装置と、連結装置に結合され、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てる組立て装置とを含むことを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項5】区分化装置が、

受信器に結合され、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャunkに区分化する第1の区分化ユニットと、第1の区分化ユニットに結合され、各データ・チャunkを複数のビット・グループに区分化する第2の区分化ユニットとを含み、

データ・ブロック組立て装置が、エンコーダに結合され、複数の2次元データ配列を連結してデータ・ストリップにする連結装置と、連結装置に結合され、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てる組立て装置とを含むことを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項6】事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないことがあることを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項7】事前定義された制約が、0に最も近接したもののうちの4個未満が1であり、1に最も近接したもののうちの4個未満が0であるという制約であることを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項8】ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、請求項7に記載の装置。

【請求項9】2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビ

ットであることを特徴とする、請求項8に記載の装置。

【請求項10】事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3個未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3個未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項11】事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されることであることを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項12】事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項13】ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、請求項12に記載の装置。

【請求項14】2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、請求項13に記載の装置。

【請求項15】2次元記録装置に記録するために1次元データ・ストリームを2次元データ・ブロックに符号化する方法であって、

20 データ・ストリームを受信するステップと、受信したデータ・ストリームを複数のビット・グループに区分化するステップと、事前定義された制約に従って各ビットグループを2次元データ配列に符号化するステップと、複数の2次元データ配列を2次元データ・ブロックに組み立てるステップとを含む方法。

【請求項16】2次元記録装置がホログラフィック記憶装置であることを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項17】区分化するステップが、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャunkに区分化するステップと、各データ・チャunkを複数のビット・グループに区分化するステップとを含むことを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項18】組み立てるステップが、複数の2次元データ配列を連結してデータ・ストリップにするステップと、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てるステップとを含むことを特徴とする、請求項15に記載の方法。

40 【請求項19】区分化するステップが、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャunkに区分化するステップと、各データ・チャunkを複数のビット・グループに区分化するステップとを含み、組み立てるステップが、

複数の2次元データ配列を連結してデータ・ストリップにするステップと、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てるステップとを含むことを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項20】事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないこと

であることを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項21】事前定義された制約が、0に最も近接したものの中のうちの4個未満が1であり、1に最も近接したものの中のうちの4個未満が0であるという制約であることを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項22】ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、請求項21に記載の方法。

【請求項23】2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビットであることを特徴とする、請求項22に記載の方法。

【請求項24】事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項25】事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されないることであることを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項26】事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することを特徴とする、請求項15に記載の方法。

【請求項27】ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、請求項26に記載の方法。

【請求項28】2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、請求項27に記載の方法。

【請求項29】2次元記録装置に記録された2次元データ・ブロックを1次元データ・ストリームに復号する装置であって、

各データ配列が事前定義された制約に従って符号化されている複数のデータ配列を含む2次元データ・ブロックを受け取る受信器と、

受信器に結合され、受信した2次元データ・ブロックを複数のデータ配列に区分化する区分化装置と、

区分化装置に結合され、各データ配列を複数のビット・グループに復号するデコーダと、

デコーダに結合され、複数のビット・グループを1次元データ・ストリームに組み立てるデータ・ブロック組立て装置とを含む装置。

【請求項30】2次元記録装置がホログラフィック記憶装置であることを特徴とする、請求項29に記載の装置。

【請求項31】データ・ブロック組立て装置が、受信器に結合され、複数のビット・グループをデータ・チャネルに組み立てる第1の組立て装置と、第1の組立て装置に結合され、複数のデータ・チャネルを1次元データ・ストリームに組み立てる第2の組立て装置とを含むことを特徴とする、請求項29に記載の装置。

【請求項32】事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないこと

であることを特徴とする、請求項29に記載の装置。

【請求項33】事前定義された制約が、0に最も近接したものの中のうちの4未満が1であり、1に最も近接したものの中のうちの4未満が0であるという制約であることを特徴とする、請求項29に記載の装置。

【請求項34】ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、請求項33に記載の装置。

【請求項35】2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビットであることを特徴とする、請求項34に記載の装置。

【請求項36】事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、請求項29に記載の装置。

【請求項37】事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されないことであることを特徴とする、請求項29に記載の装置。

【請求項38】事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することを特徴とする、請求項29に記載の装置。

【請求項39】ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、請求項38に記載の装置。

【請求項40】2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、請求項39に記載の装置。

【請求項41】2次元記録装置に記録された2次元データ・ブロックを1次元データ・ストリームに復号する方法であって、

各データ配列が事前定義された制約に従って符号化されている複数のデータ配列を含む2次元データ・ブロックを受信するステップと、

2次元データ・ブロックを複数のデータ配列に区分化するステップと、

各データ配列を複数のビット・グループに復号するステップと、

複数のビット・グループを1次元データ・ストリームに組み立てるステップとを含む方法。

【請求項42】2次元記録装置がホログラフィック記録装置であることを特徴とする、請求項41に記載の方法。

【請求項43】データ・ストリームに組み立てるステップが、

複数のビット・グループをデータ・チャネルに組み立てるステップと、

複数のデータ・チャネルを1次元データ・ストリームに組み立てるステップとを含むことを特徴とする、請求項41に記載の方法。

【請求項44】事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないことであることを特徴とする、請求項41に記載の方法。

【請求項45】事前定義された制約が、0に最も近接したものの中のうちの4未満が1であり、1に最も近接したものの中のうちの4未満が0であるという制約であることを特徴とする、請求項41に記載の方法。

【請求項46】ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、請求項45に記載の方法。

【請求項47】2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビットであることを特徴とする、請求項46に記載の方法。

【請求項48】事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、請求項41に記載の方法。

【請求項49】事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されないことを特徴とする、請求項41に記載の方法。

【請求項50】事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することであることを特徴とする、請求項41に記載の方法。

【請求項51】ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、請求項50に記載の方法。

【請求項52】2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、請求項51に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタル・データの符号化に関し、具体的には、2次元配列の記録のためにデータをローパス・フィルタリングするデジタル・データの符号化に係わる。

【0002】

【従来の技術】大容量記憶装置は常に、コンピュータ技術にとって不可欠のものであった。ディスク・ドライブは1つのよく知られた大容量記憶装置である。ディスクの表面は2次元であるが、データはディスク上の1次元トラックに記憶される。その結果、図1に示すような1次元データ・ストリーム、すなわちビット・ストリームになる。トラック上の連続する位置に、 $n-2$ 、 $n-1$ 、 n 、 $n+1$ 、 $n+2$ などのように索引付け（インデックス）されたデータ・ビットが配列される。これは1次元配列であり、図1に示すように線形に表すことも（直交座標）、環状のトラックの周縁の周りに配置されているものと理解することもできる（極座標）。いずれの場合も、ビットは1次元に配置されている。（図1の「n次元」という表記は、n個の別個の次元を指すのではなく、その長さに沿って上記のように索引付けされたビットが配置されている単一の次元を指すことに留意されたい。）

【0003】

元の正方向と負方向のすぐ隣りのビットである2つのビットのみに隣接している。記録密度の向上に伴い、記録信号内の高周波成分が増大する。帯域幅の制限により、このような増大した周波数成分を忠実に再生することができない。これによって、データ・ビットの「スミア（smearing）」が生じる。このスミアは、データ・ストリーム内の隣接するビット間の相互作用とひずみとして現れる。1次元データ・ストリームでは、このような相互作用とひずみは1次元にのみ発生する。

【0004】ホログラフィック記憶装置など、2次元記録技法を使用する大容量記憶装置もある。このような装置ではデータは1次元トラックに記憶されるのではなく、図2に示すような2次元配列の形で記憶される。各ビットは、 x と y の2つの次元の正方向と負方向の8通りの組合せの隣接ビットである8個もの他のビットと隣接する。両次元のすべての隣接ビット間で相互作用とひずみが発生する可能性がある。

【0005】データ相互作用およびひずみに対処する1つの手法は、再生しなければならない高周波成分が減少するように記録データを符号化することである。本質的には、データを記録する前にデータの符号化によってデータをローパス・フィルタリングする。1次元データ・ストリーム用のローパス・フィルタリング符号化方式は開発されているが、それらの方式は一般に2次元記録に適用することはできない。2次元記録では、両次元の高周波成分を減少させなければならない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

【課題を解決するための手段】本発明は、1次元データ・ストリームを符号化して高周波成分を削減した2次元データ配列にし、その2次元データ配列を元の1次元データ・ストリームに復号する方法およびシステムである。この2次元データ配列は、たとえばホログラフィック記録システムなどの記憶装置への入力値として有用である。本発明による符号化によって、2次元データ配列の高周波成分が確実に削減される。これによってデータ・ビットの相互作用とひずみが減少し、記憶装置の誤り率と記録密度パフォーマンスが向上するだけでなく、コストも低減される。

【0007】これは、入力機構と出力機構の間の1対1画素マッピングを使用するホログラフィック記憶システムと、位相マスクを使用するシステムに特に有用である。

【0008】本発明の符号化態様によると、1次元データ・ストリームを複数のデータ・チャックに分化する。さらに各データ・チャックを複数のビット・グループに分化する。事前定義された制約に従って各ビット・グループを2次元データ配列に符号化する。一実施例では、この符号化は他の隣接するグループに応じて変わる。複数の2次元データ配列を連結して1つのデータ・

ストリップにする。次に、複数のデータ・ストリップを1つの完全な2次元データ・ブロックに組み立てる。このデータ・ブロックは与えられた制約を依然として満たしている。

【0009】本発明の復号態様によると、2次元データ・ストリームを複数の小さな2次元配列に区分化する。さらに各配列をマルチビット・グループに復号する。一実施例では、この復号は他の隣接グループに応じて変わる。複数のマルチビット・グループを組み合わせて長いチャンクを形成する。複数のチャンクを組み合わせて1次元データ・ストリームを形成する。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明は、入力データを2次元配列の形で受け入れる記憶装置に記録するために、1次元データ・ストリームを符号化して2次元データ配列にする。さらに、各1次元データ・グループを2次元データ配列にマップする。これは、1次元データを仮想上の「2次元」空間内に規定された一群の点のうちの1つまたは複数の点にマップする符号化方式とは異なる。この仮想上の「2次元」空間の次元は一般に、振幅と位相などの符号化信号の電気パラメータを表す。

【0011】本発明によるデータ符号化の主なステップを、図3の符号化プロセス200の流れ図に示す。図3に示すように、データ・ストリーム202を処理して疑似2次元データ・ブロック222にする。図3に示す例では、入力データ・ストリームは「1101010000010110」である。ステップ204は第1の区分化ステップであり、データ・ストリーム202を複数の長いチャンク206に区分化する。各チャンク206は、データ・ストリーム202の固有の部分を含む1次元データ・ストリームである。たとえば、データ・ストリーム「1101010000010110」を中央で「11010100」と「00010110」の2つのチャンクに分割する。

【0012】ステップ208は、第2の区分化ステップであり、各チャンク206を同じ長さの複数のマルチビット・グループ210に区分化する。各マルチビット・

111 + 100 + 110 + 000
111 100 110 000

および

111 + 110 + 011 + 001
111 110 011 001

【0015】ステップ200で、複数のストリップ218を縦に重ねて完全な2次元データ・ブロック222を

グループ210は、チャンク206の固有の部分を含む1次元データ・ストリームである。この例では、チャンク「110101000」をマルチビット・グループ「11」、「10」、「10」、および「00」に区分化し、チャンク「00010110」をマルチビット・グループ「00」、「10」、「10」、および「01」に区分化する。この例のマルチビット・グループのビット順序は、ビットがチャンクに現れた順序の逆になっているが、この逆転は必ずそうである必要はない。

【0013】ステップ212で、各マルチビット・グループ210を符号化して小さい2次元データ配列214を形成する。ステップ210の符号化は、後で詳述する1つまたは複数の制約に従って行う。この例では、後述する「制約5」と呼ぶ符号化に従ってマルチビット・グループを符号化する。この符号化によって2ビット入力グループが2×3の出力配列に変換される。入力2ビット・グループのこの特定の符号化は、それを囲む2ビット・グループに応じて変わる。したがって、周りの2ビット・グループに応じて、同じ2ビット・グループが異なる2×3ビット配列に符号化されることがある。この例では符号化は次のようにになる。

00 → 000	11 → 001
000	001
10 → 110	10 → 011
110	011
10 → 100	10 → 110
100	110
01 → 111	00 → 111
111	111

【0014】ステップ216で、複数のデータ配列214を連結して長い2次元の横方向ストリップ218を形成する。この例では、データ配列は以下のように連結される。

111100110000 → 111100110000
000 111100110000
001 → 111110011001
001 111110011001

形成する。この例では、横方向ストリップは以下のように組み立てられる。

9

$$\begin{array}{r}
 111100110000 \\
 111100110000
 \end{array}$$

+

10

$$\begin{array}{r}
 111100110000 \\
 111100110000 \\
 \rightarrow \\
 111110011001 \\
 111110011001
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 111110011001 \\
 111110011001
 \end{array}$$

【0016】ステップ224で、ブロック222を記録装置に送って2次元形態で記録する。

【0017】本発明によるデータ復号の主なステップを図4の復号プロセス250の流れ図に示す。ステップ252で、2次元記録装置から2次元データ・ブロック254を読み取る。図4に示す例では、データ・ブロックは以下の通りである。

$$\begin{array}{r}
 111100110000 \\
 111100110000 \rightarrow \\
 111110011001 \\
 111110011001
 \end{array}$$

【0019】ステップ260で、各データ配列258を復号してマルチビット・グループ262を復元する。この例では、データ配列は以下のように復号される。

$$\begin{array}{ll}
 000 \rightarrow 00 & 001 \rightarrow 11 \\
 000 & 001 \\
 110 \rightarrow 10 & 011 \rightarrow 10 \\
 110 & 011 \\
 100 \rightarrow 10 & 110 \rightarrow 10 \\
 100 & 110 \\
 111 \rightarrow 01 & 111 \rightarrow 00 \\
 111 & 111
 \end{array}$$

【0020】ステップ264で、複数のビット・グループ262を長いデータ・チャンク266に組み立てる。この例では、マルチビット・グループ「11」、「10」、「10」、および「00」を組み合わせてチャンク「11101000」を形成し、マルチビット・グループ「00」、「10」、「10」、および「01」を組み合わせてチャンク「00101001」を形成する。ステップ268で、長いチャンク266を連結して1次元データ・ストリーム270を形成する。したがって、図4に示す例ではチャンク「11101000」と「00101001」を連結して1次元データ・ストリーム「1110100000101001」を形成する。

【0021】図3の符号化プロセス200を行うデータ符号化装置300のブロック図を、図5に示す。符号化装置300は各タイム・スロットで動作し、各マルチビット・グループを符号化して2次元データ配列にする。

【0022】符号化装置300は、符号化するデータ・ビット・ストリームを入力線302から受け入れる受信

* 111100110000
111100110000

10 111110011001
111110011001

【0018】ステップ256で、データ・ブロック254を区分化して複数の2次元データ配列258を形成する。この例では区分化は以下のようになる。

$$\begin{array}{ll}
 111 & 100 \quad 110 \quad 000 \\
 111 & 100 \quad 110 \quad 000 \\
 \hline
 111 & 110 \quad 011 \quad 001 \\
 111 & 110 \quad 011 \quad 001
 \end{array}$$

器308を備える。データ・ストリーム区分化装置310が受信器308からビット・ストリームを受け入れ、データ・ストリームをまず長いチャンクに区分化する。チャンク区分化装置311がデータ・ストリーム区分化装置310から長いチャンクを受け入れ、各チャンクをマルチビット・グループに区分化する。エンコーダ312がマルチビット・グループを受け入れ、2次元データ配列に符号化し、この2次元データ配列が出力線304で出力される。配列ーストリップ連結装置314が2次元データ配列を受け入れ、それらを連結して長い横ストリップにする。ストリップデータ・ブロック組立て装置315が長い横ストリップを受け入れ、2次元記録装置318が必要とするサイズと形の2次元データ・ブロックに組み立てる。このデータ・セットはデータ経路316で記憶装置318に転送される。

【0023】エンコーダ312は、有限状態機械として実施されることが好ましく、有限状態機械の現行状態を状態機械への入力線にフィードバックするためのフィードバック経路306も備えることが好ましい。エンコーダは、同時にいくつかのチャンクからのマルチビット・データ・グループに対して並列して作用することが好ましい。符号化装置300またはその一部は、プログラムされたコンピュータ・システム、マイクロプロセッサ、または同等のものを使用して実施することもできる。しかし、高いデータ・スループットを必要とする応用分野の場合は、有限状態機械などの個別実施態様の方がパフォーマンス上の利点がある。

【0024】エンコーダは、指定された初期状態から開始する。符号化された出力配列と新しい状態は両方とも、現行状態と現行入力ビットに応じて変わる。エンコ

ーダは、データ・ビットの長いチャンクから、連続して符号化された2次元配列を連結することによって、重なり合わないグループに区分化された長い横方向のストリップを生成する。大きなデータ・ブロックは、データ・ビットの長いシーケンスから、そのシーケンスをいくつかのチャンクに分割することによって組み立てられる。

【0025】図4の復号プロセス250を行うデータ復号装置350のブロック図を、図6に示す。復号装置350は、復号するデータ・ブロックを入力線352を介して2次元記録装置318から受け入れる受信器358を備える。区分化装置360が受信器358からそのデータ・セットを受け入れ、それを2次元データ配列に区分化する。デコーダ362が入力線354でデータ配列を受け入れ、復号されたマルチビット・グループを出力線358で出力する。チャンク組立て装置364が復号されたマルチビット・グループを受け入れ、それらを長いチャンクに組み立てる。データ・ストリーム組立て装置366が長いチャンクを受け入れ、出力データ・ストリームに組み立てる。

【0026】行う特定の復号に応じて、デコーダ362は有限状態機械として、またはRAM、ROM、PALなどの論理装置またはその他の同等の論理装置を使用した参照テーブルとして実施することが好ましい。復号装置350またはその一部は、プログラムされたコンピュータ・システム、マイクロプロセッサ、または同等のものを使用して実施することもできる。しかし、高いデータ・スループットを必要とする応用分野では、論理装置参照テーブルなどの個別実施態様の方がパフォーマンス上の利点がある。

【0027】ローパス・フィルタリングのためのコード化では、各入力データ・グループを異なる出力データ・グループに変換する。このためのきわめて単純な手法は、単にデータを過剰サンプリングすることである。たとえば、0を 2×2 四方にある0で表し、1を 2×2 四方にある1で表す。そうすると、「0100」というシーケンスは以下のような 2×8 のストリップで表されることになる。

00110000

00110000

【0028】シーケンス「0100110110110」110は、各チャンクが 2×8 のストリップで表される4つのチャンクに分けられる。次にこれらのストリップを縦に重ねて以下のような 8×8 のブロックを形成する。

00110000

00110000

11110011

11110011

11001111

11001111

00111100

00111100

【0029】直観的に見て、過剰サンプリングによってデータの特徴が「太る (fatter)」ことがわかる。これによってデータは限られた量のスミアがあつても生き残ることができる。この変換を行うエンコーダは、データ入力の各ビットについて4ビットのデータを出力する。このようなエンコーダを1:4のエンコーダ率を持つと言う。ホログラフィック記録の応用分野では、これは、1ビットの情報を表すのに4データ画素が必要であることを意味し、したがってデータ密度が4分の1に減少する。

【0030】所与の誤り率で、単純な過剰サンプリングのデータ密度をより複雑な符号化技法によって高めることができる。本発明では、任意のデータの長いチャンクを符号化して制約付きデータの長いストリップを形成し、それを縦に積み重ねて完全なデータ・ブロックを形成する。完全なデータ・ブロックは、ローパス・フィルタリング効果を強制する制約を満たすことが保証される

20 と同時に、データ密度が向上する。

【0031】本発明は、符号化ステップ中に使用される制約によって区別される複数の特定の符号化技法を含む。これらの実施例について、ローパス・フィルタリング効果を強制する制約の点から説明する。各制約は、禁止パターンのリストによって定義される。これは、完全な2次元データ・ブロックが禁止パターンを含まない場合にのみその制約を満たすことを意味する。

【0032】制約1と呼ぶ実施例は、0は1によって完全に囲まなければならず、1は0によって完全に囲まなければならぬという制約を使用する。この制約に基づく禁止された符号化401を図7に示す。

【0033】制約2と呼ぶ他の実施例は、0の最も近接した4つのビットがすべて1であつてはならず、1の最も近接した4つのビットがすべて0であつてはならないという制約を使用する。この制約に基づく禁止された符号化402を図8に示す。

【0034】制約3と呼ぶ他の実施例は、0の最も近接した4つのビットのうちの3つのビットがすべて1であつてはならず、1の最も近接した4つのビットのうちの3つのビットがすべて0であつてはならないという制約を使用する。この制約に基づく禁止された符号化403を図9に示す。

【0035】制約4と呼ぶ他の実施例は、0または1が縦方向または縦方向に分離されていてはならない制約を使用する。この制約に基づく禁止された符号化404を図10に示す。

【0036】制約5と呼ぶ他の実施例は、すべての0は 2×2 四方にある0のうちに属し、すべての1は 2×2 四方にある1のうちに属するという制約を使用する。この制約に基づく禁止された符号化405を図11に示す。

す。

【0037】特定の符号化を選択し、どの制約を使用するかを選択する際にはいくつか考慮すべき点がある。それには、ローパス・フィルタリングを行う程度、符号化された配列のサイズと形、エンコーダ率、エンコーダの複雑さ、およびピット誤りが波及する距離などが含まれる。2×2ピットの符号化配列サイズで制約2を使用すると、これらの要素の適切な組合せができる。この実施形態が好ましいのはこのためである。2×3ピットの符号化配列サイズで制約5を使用した場合も、これらの要*10

*素の受容可能な組合せになる。

【0038】図11に禁止符号化が図示されている、符号化配列サイズが2×3ピットの、制約5に従ったエンコーダの動作を表1に示す。このエンコーダは1:3の比を有する。列は2ピット・データ入力によって索引付けされ、行は状態({1, 2, 3, 4})によって索引付けされている。各状態について、出力と次の状態が2ピット・データ入力によって決まる。

【表1】

状態	入力							
	0 0		0 1		1 0		1 1	
	出力	次の状態	出力	次の状態	出力	次の状態	出力	次の状態
1	1 1 1	3	1 1 1	4	1 1 0	3	0 0 1	4
	1 1 1		1 1 1		1 1 0		0 0 1	
2	0 0 0	1	0 0 0	2	0 1 1	3	0 1 1	4
	0 0 0		0 0 0		0 1 1		0 1 1	
3	0 0 0	1	0 0 0	2	1 1 0	2	0 0 1	4
	0 0 0		0 0 0		1 1 0		0 0 1	
4	1 1 1	3	1 1 1	4	1 0 0	1	1 0 0	2
	1 1 1		1 1 1		1 0 0		1 0 0	

データ・ピットの長いチャンクを高さ2の長い横ストリップに符号化する。各シーケンスは事前選択された状態から始まる。状態の選択は任意であるが、何らかの初期状態を選択しなければならない。エンコーダを実施する回路またはソフトウェアを、初期状態を自動的に選択するように設計することが好ましい。

【0040】たとえば、データ・シーケンス「011010000101011」を区分化して「0110100」と「00101011」の2つのチャンクにする。第1のチャンクは以下のような状態シーケンスでエンコーダを駆動する。

01 10 10 00
1→4→1→2→1

出力ストリップは以下のようにになる。

1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0
1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0

第2のチャンクは以下のような状態シーケンスでエンコーダを駆動する。

00 10 10 11
1→3→2→3→4

30 出力ストリップは以下のようにになる。

1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1
1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1

【0041】次に、この2つのストリップを重ねて以下のような完全な2次元データ・ブロックを形成する。

1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0
1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0
1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1
1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1

【0042】表2に、表1の符号化を使用した場合のデータの動作を示す。発生し得ない状況は「x」で示してある。

【表2】

復号する配列	後の配列						
	0 0 0	0 0 1	1 1 0	1 1 1	1 0 0	0 1 1	
0 0 0	0 1	0 0	0 0	0 0	x	0 1	
0 0 0							
0 0 1	x	x	x	1 1	1 1	x	
0 0 1							
1 1 0	1 0	x	x	x	x	1 0	
1 1 0							
1 1 1	0 0	0 0	0 0	0 1	0 1	x	
1 1 1							
1 0 0	1 1	1 0	1 0	1 0	x	1 1	
1 0 0							
0 1 1	1 0	1 0	1 0	1 1	1 1	x	
0 1 1							

【0043】表3に、図8に禁止符号化が図示されている、符号化配列サイズが 2×2 ビットの、制約2に従つたエンコーダの動作を示す。このエンコーダの率は3:4である。列は3ビット・データ入力によって索引づけ*である。

*され、行は状態 ($\{1, 2, 3, 4\}$) によって索引づけされている。各状態について、状態 (O) と次の状態 (N) は3ビット・データ入力によって決まる。

【表3】

状態	入力															
	000		001		010		011		100		101		110		111	
O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O
1	00	1	10	1	01	2	11	2	11	2	01	2	00	3	11	4
	00		10		01		11		01		11		11		00	
2	00	1	10	1	01	2	11	2	00	1	10	1	00	3	11	4
	00		10		01		11		10		00		11		00	
3	00	1	10	1	01	2	11	2	00	1	01	2	00	3	00	4
	00		10		01		11		10		11		11		00	
4	00	1	10	1	01	2	11	2	11	2	10	1	00	3	11	4
	00		10		01		11		01		00		11		00	

【0044】データ・ビットの長いシーケンスを高さ2の長い横方向の配列に符号化する。各シーケンスは事前

40

選択された状態から始まる。状態の選択は任意であるが、何らかの初期状態を選択しなければならない。エンコーダを実施する回路またはソフトウェアを、初期状態を自動的に選択するように設計することが好ましい。

【0045】たとえば、データ・シーケンス「1 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0」は、以下の状態シーケンスでエンコーダを駆動する。

110 101 000 111 100
1→3→2→1→4→2

出力配列は以下のようになる。

0 0 0 1 0 0 1 1 1 1
1 1 1 1 0 0 0 0 0 1

【0046】表4に、表3の符号化を使用した場合のエンコーダの動作を示す。

【表4】

復号する配列											
00	10	01	11	00	11	10	01	00	11	11	00
00	10	01	11	10	01	00	11	11	11	00	
000	001	010	001	100	100	101	101	110	111		

【0047】前述のどの実施例に従った符号化でも、2次元データ配列の高周波成分が減少し、それによってデータ・ビットの相互作用とひずみが減少する。これによって、記憶装置の誤り率と記録密度パフォーマンスが向上すると共に、コストが低減される。

【0048】以上、本発明のいくつかの実施例について説明した。しかし、当業者なら、本発明の範囲および精神から逸脱することなく様々な変更が加えられることがわかるであろう。たとえば、記載した以外の制約もデータ・グループの符号化に使用することができる。同様に、実施上考慮すべき事柄に応じて、異なった仕方でデータ・ストリームを分化することもできる。

【0049】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0050】(1) 2次元記録装置に記録するために1次元データ・ストリームを2次元データ・ブロックに符号化する装置であって、データ・ストリームを受信する受信器と、受信器に結合され、受信データ・ストリームを複数のビット・グループに分化する分化装置と、分化装置に結合され、事前定義された制約に従って各ビット・グループを2次元データ配列に符号化するエンコーダと、エンコーダに結合され、複数の2次元データ配列を2次元データ・ブロックに組み立てるデータ・ブロック組立て装置とを含む装置。

(2) 2次元記録装置がホログラフィック記憶装置であることを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(3) 区分化装置が、受信器に結合され、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャンクに分化する第1の分化ユニットと、第1の分化ユニットに結合され、各データ・チャンクを複数のビット・グループに分化する第2の分化ユニットとを含むことを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(4) データ・ブロック組立て装置が、エンコーダに結合され、複数の2次元データ配列を連結してデータ・ストリップにする連結装置と、連結装置に結合され、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てる組立て装置とを含むことを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(5) 区分化装置が、受信器に結合され、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャンクに分化する第1の分化ユニットと、第1の分化ユニットに結合され、各データ・チャンクを複数のビット・グループに分化する第2の分化ユニットとを含み、データ・ブロック組立て装置が、エンコーダに結合され、複数の2次

10

元データ配列を連結してデータ・ストリップにする連結装置と、連結装置に結合され、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てる組立て装置とを含むことを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(6) 事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないことがあることを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(7) 事前定義された制約が、0に最も近接したもののうちの4個未満が1であり、1に最も近接したもののうちの4個未満が0であるという制約であることを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(8) ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、上記(7)に記載の装置。

20

(9) 2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビットであることを特徴とする、上記(8)に記載の装置。

(10) 事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3個未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3個未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(11) 事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されることであることを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

30

(12) 事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することを特徴とする、上記(1)に記載の装置。

(13) ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、上記(12)に記載の装置。

40

(14) 2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、上記(13)に記載の装置。

(15) 2次元記録装置に記録するために1次元データ・ストリームを2次元データ・ブロックに符号化する方法であって、データ・ストリームを受信するステップと、受信したデータ・ストリームを複数のビット・グループに分化するステップと、事前定義された制約に従って各ビットグループを2次元データ配列に符号化するステップと、複数の2次元データ配列を2次元データ・ブロックに組み立てるステップとを含む方法。

(16) 2次元記録装置がホログラフィック記憶装置であることを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(17) 区分化するステップが、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャンクに分化するステップと、各データ・チャンクを複数のビット・グループに分化するステップとを含むことを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

50

(18) 組み立てるステップが、複数の2次元データ配列を連結してデータ・ストリップにするステップと、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てるステップとを含むことを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(19) 区分化するステップが、受信データ・ストリームを複数のデータ・チャックに区分化するステップと、各データ・チャックを複数のビット・グループに区分化するステップとを含み、組み立てるステップが、複数の2次元データ配列を連結してデータ・ストリップにするステップと、複数のデータ・ストリップを2次元データ・ブロックに組み立てるステップとを含むことを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(20) 事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないことを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(21) 事前定義された制約が、0に最も近接したもののうちの4個未満が1であり、1に最も近接したもののうちの4個未満が0であるという制約であることを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(22) ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、上記(21)に記載の方法。

(23) 2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビットであることを特徴とする、上記(22)に記載の方法。

(24) 事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(25) 事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されないことを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(26) 事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することを特徴とする、上記(15)に記載の方法。

(27) ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、上記(26)に記載の方法。

(28) 2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、上記(27)に記載の方法。

(29) 2次元記録装置に記録された2次元データ・ブロックを1次元データ・ストリームに復号する装置であって、各データ配列が事前定義された制約に従って符号化されている複数のデータ配列を含む2次元データ・ブロックを受け取る受信器と、受信器に結合され、受信した2次元データ・ブロックを複数のデータ配列に区分化する区分化装置と、区分化装置に結合され、各データ配列を複数のビット・グループに復号するデコーダと、デコーダに結合され、複数のビット・グループを1次元データ・ストリームに組み立てるデータ・ブロック組立て装置とを含む装置。

(30) 2次元記録装置がホログラフィック記憶装置で

あることを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

(31) データ・ブロック組立て装置が、受信器に結合され、複数のビット・グループをデータ・チャックに組み立てる第1の組立て装置と、第1の組立て装置に結合され、複数のデータ・チャックを1次元データ・ストリームに組み立てる第2の組立て装置とを含むことを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

(32) 事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないことを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

(33) 事前定義された制約が、0に最も近接したもののうちの4未満が1であり、1に最も近接したもののうちの4未満が0であるという制約であることを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

(34) ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、上記(33)に記載の装置。

(35) 2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビットであることを特徴とする、上記(34)に記載の装置。

(36) 事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

(37) 事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されないことを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

(38) 事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

(39) ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、上記(38)に記載の装置。

(40) 2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、上記(39)に記載の装置。

(41) 2次元記録装置に記録された2次元データ・ブロックを1次元データ・ストリームに復号する方法であって、各データ配列が事前定義された制約に従って符号化されている複数のデータ配列を含む2次元データ・ブロックを受信するステップと、2次元データ・ブロックを複数のデータ配列に区分化するステップと、各データ配列を複数のビット・グループに復号するステップと、複数のビット・グループを1次元データ・ストリームに組み立てるステップとを含む方法。

(42) 2次元記録装置がホログラフィック記録装置であることを特徴とする、上記(41)に記載の方法。

(43) データ・ストリームに組み立てるステップが、複数のビット・グループをデータ・チャックに組み立てるステップと、複数のデータ・チャックを1次元データ・ストリームに組み立てるステップとを含むことを特徴とする、上記(41)に記載の方法。

(44) 事前定義された制約が、0が1によって完全に囲まれず、1が0によって完全に囲まれないことを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

50 囲まれず、1が0によって完全に囲まれないことを特徴とする、上記(29)に記載の装置。

ことを特徴とする、上記(41)に記載の方法。

(45) 事前定義された制約が、0に最も近接したもののうちの4未満が1であり、1に最も近接したもののうちの4未満が0であるという制約であることを特徴とする、上記(41)に記載の方法。

(46) ビット・グループの長さが3ビットであることを特徴とする、上記(45)に記載の方法。

(47) 2次元配列の高さが2ビットで長さが2ビットであることを特徴とする、上記(46)に記載の方法。

(48) 事前定義された制約が、0に最も近接した4個のうちの3未満がすべて1であり、1に最も近接した4個のうちの3未満がすべて0であるという制約であることを特徴とする、上記(41)に記載の方法。

(49) 事前定義された制約が、0または1が横方向にも縦方向にも分離されないことを特徴とする、上記(41)に記載の方法。

(50) 事前定義された制約が、どの0も 2×2 四方の0のうちに属し、どの1も 2×2 四方の1のうちに属することであることを特徴とする、上記(41)に記載の方法。

(51) ビット・グループの長さが2ビットであることを特徴とする、上記(50)に記載の方法。

(52) 2次元配列の高さが2ビットで長さが3ビットであることを特徴とする、上記(51)に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】1次元データ記録を示すブロック図である。

【図2】2次元データ記録を示すブロック図である。

【図3】本発明による符号化プロセス200を示す流れ図である。

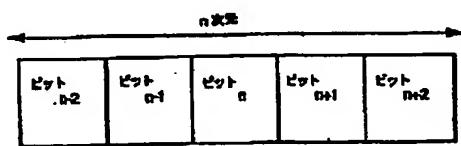
【図4】本発明による復号プロセス250を示すブロック図である。

【図5】本発明によるエンコーダ300を示すブロック図である。

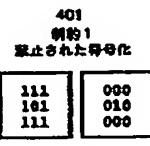
【図6】本発明によるデコーダ350を示すブロック図である。

【図7】本発明の一実施例による符号化制約を示す略図

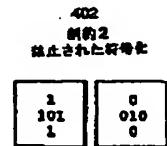
【図1】



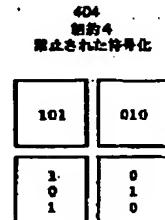
【図7】



【図8】



【図10】



である。

【図8】本発明の他の実施例による符号化制約を示す略図である。

【図9】本発明の他の実施例による符号化制約を示す略図である。

【図10】本発明の他の実施例による符号化制約を示す略図である。

【図11】本発明の他の実施例による符号化制約を示す略図である。

【符号の説明】

202 データ・ストリーム

222 疑似2次元データ・ブロック

206 チャンク

210 マルチビット・グループ

214 2次元データ配列

222 2次元データ・ブロック

254 2次元データ・ブロック

258 2次元データ配列

262 マルチビット・グループ

266 データ・チャンク

270 1次元データ・ストリーム

300 データ符号化装置

308 受信器

310 データ・ストリーム区分化装置

311 チャンク区分化装置

312 エンコーダ

314 配列ーストリップ連結装置

315 ストリップデータ組立て装置

318 2次元記録装置

350 復号装置

358 受信器

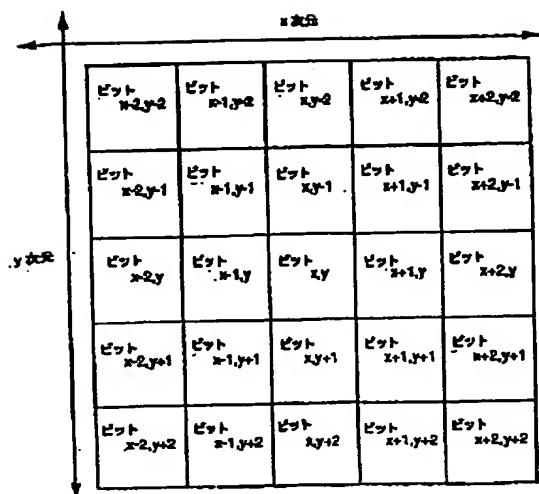
360 区分化装置

362 デコーダ

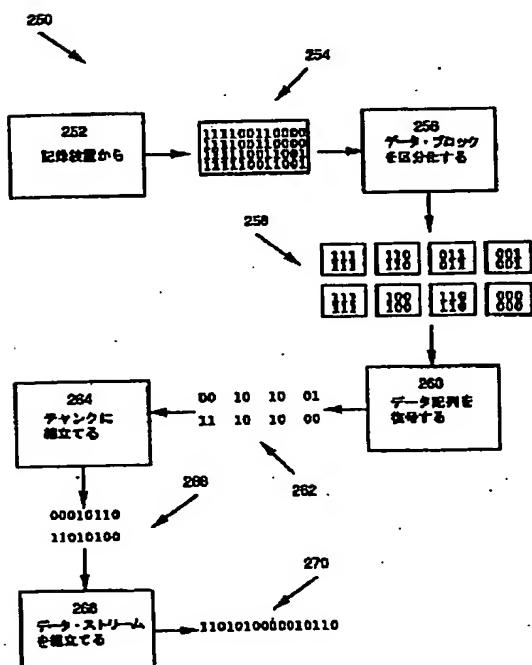
364 チャンク組立て装置

366 データ・ストリーム組立て装置

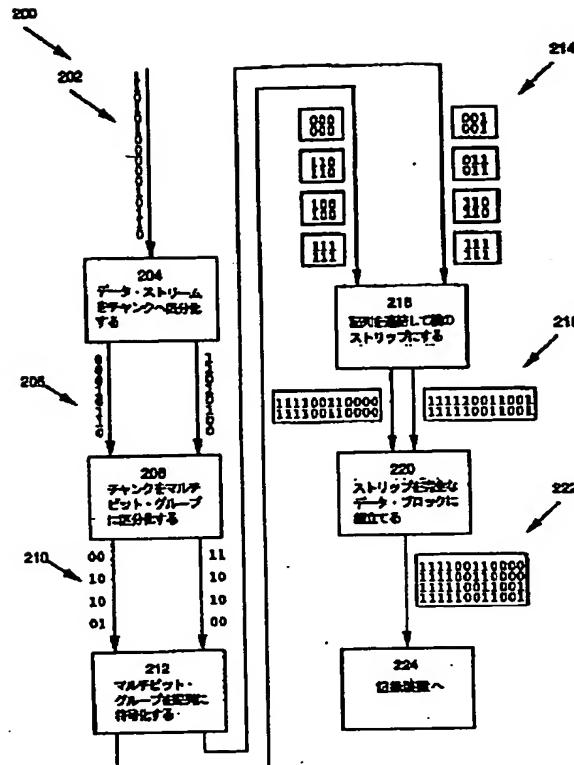
[图2]



〔図4〕

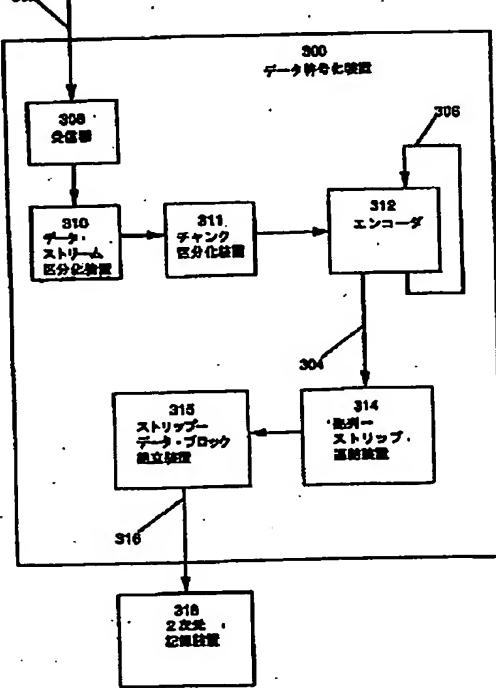


[図3]

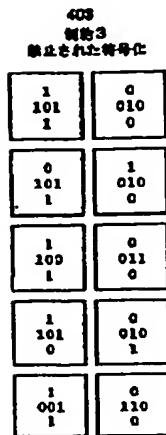


[図5]

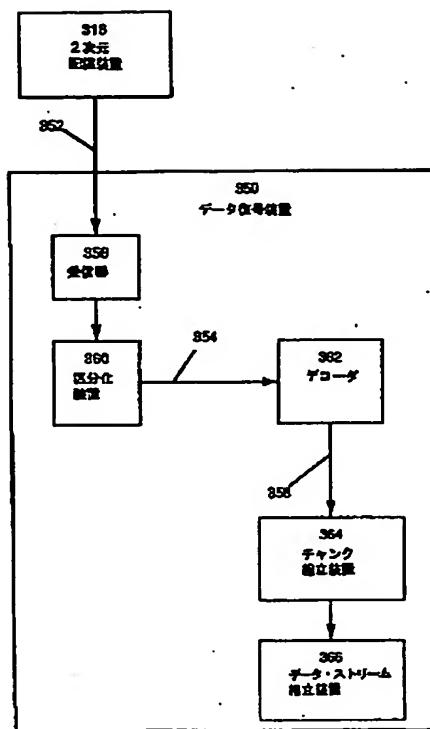
【図11】



〔図9〕



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 ブライアン・ハリー・マーカス
 アメリカ合衆国94022 カリフォルニア州
 ロスアルトス サウス・エル・モンテ・ア
 ベニュー 521